

**LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL ESTER DARI
MINYAK JARAK PAGAR DAN METANOL
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

RATRI SULISTYANINGSIH

D500110027

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK METIL ESTER DARI MINYAK JARAK PAGAR DAN METANOL KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

Oleh :

RATRI SULISTYANINGSIH

D 500 110 027

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jum'at, 21 Oktober 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

()


2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng

(Anggota I Dewan Penguji)

()

3. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D.

(Anggota II Dewan Penguji)

()

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

INTISARI

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan penghasil minyak bumi di dunia, namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar di sektor transportasi dan energi. Salah satu upaya untuk mengurangi jumlah impor serta menanggulangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil maka didirikan pabrik Metil Ester dari minyak jarak pagar dan metanol dengan kapasitas 70.000 ton per tahun direncanakan dibangun di Gresik, Jawa Timur beroperasi selama 330 hari per tahun.

Proses pembuatan Metil Ester dilakukan dengan proses transesterifikasi yang dilakukan dalam reaktor alir tangki berpengaduk. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair dengan perbandingan mol minyak jarak pagar dengan metanol 1 : 6. Reaksi berlangsung secara *reversible*, *eksoterm* dengan kondisi *non adiabatic isothermal* pada suhu 60°C dan pada tekanan 1 atm. Pabrik ini digolongkan beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis. Kebutuhan bahan baku Minyak Jarak pagar sebesar 8.882,30 kg per jam dan metanol sebesar 1.912,14 kg per jam. Bahan baku penunjang NaOH sebesar 266,47 kg per jam. Produk berupa Metil Ester sebesar 8.838,38 kg per jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air diperoleh dari sungai sebesar 18.436,70 kg per jam dan penyediaan *saturated steam* sebesar 55.282,63 kg per jam yang diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar solar sebesar 52,67 liter per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 400 kW. Pabrik ini didirikan dikawasan industri, Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 20.000 m² dan jumlah karyawan sebanyak 154 orang.

Pabrik Metil Ester yang didirikan memerlukan modal sebesar Rp.437.943.991.999 dan modal kerja sebesar Rp 161.044.388.332. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp.130.768.256.995 per tahun setelah dipotong pajak 30% keuntungan mencapai Rp 91.537.781.996 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 29,86% dan setelah pajak 20,90%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,5 tahun dan setelah pajak 3,2 tahun. *Break Even Time* (BEP) sebesar 51,68%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,72%. *Discounted Cash Flow* (DCF) terhitung sebesar 39,77%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Abstract

Indonesia is one country with oil producers in the world, but is still importing fuel oil (BBM) for sufficient fuel in the transport and energy sectors. One effort to reduce the amount of imports and overcome the dependence on fossil fuels then established factory Methyl Ester of castor oil and methanol with a capacity of 70,000 tons / year will be built in Gresik, East Java operated for 330 days /year.

The process of making Methyl Ester done by a transesterification process is carried out in a flow reactor stirred tank. In the reactor the reaction at liquid-liquid phase mole ratio of castor oil with methanol 1: 6. The reactions are reversible, exothermic with non-adiabatic isothermal conditions at 60 ° C and at a pressure of 1 atm. This plant is classified as a low risk operating at atmospheric pressure conditions. Raw material requirements Jatropa Oil of 8882.30 kg / h and methanol amounted to 1912.14 kg / hour. NaOH supporting materials amounted to 266.47 kg / hour. Methyl Ester product in the form of 8838.38 kg / hour. Support utilities includes supplying process water extracted from the river at 18436.70 kg / hour and the supply of saturated steam at 55282.63 kg / h obtained from the boiler with diesel fuel amounted to 52.67 liters / hour, demand for electricity is obtained from the PLN and generator set of 400 kW. The factory was established industrial region, Gresik, East Java, with a land area of 20,000 m² and the number of employees 154 people.

Methyl Ester factory founded by Rp.437.943.991.999 need capital and working capital of Rp 161 044 388 332. From the economic analysis of this plant demonstrates a pretax profit Rp.130.768.256.995 /year after taxes 30% profit reached Rp 91,537,781,996 /year. Percent Return On Investment (ROI) before tax after tax 29.86% and 20.90%. Pay Out Time (POT) before tax for 2.5 years and 3.2 years after tax. Break Even Time (BEP) amounted to 51.68%, and Shut Down Point (SDP) amounted to 27.72%. Discounted Cash Flow (DCF) accounted for 39.77%. From the data above feasibility analysis concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: Jatropa oil, transesterification, methanol

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan dan menyusun makalah pendadaran Tugas Akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia UMS.

Dalam penyusunan ini penyusun telah banyak menerima bantuan, bimbingan dan petunjuk yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Rois Fatoni S.T, M.S., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widayatno, S.T, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan membimbing penyusun
3. Bapak Ir. H. Haryanto AR., MS selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan membimbing penyusun.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia UMS
5. Seluruh karyawan dan staf TU Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu kelancaran selama masa perkuliahan.
6. Bapak dan ibu tercinta yang selalu dengan sabar membesarkan hati, menasehati dan slalu mendoakan dan memberikan semangat.
7. Teman-teman ku Teknik Kimia yang telah membantu dan memberikan semangat.

Penyusun merasa bahwa dalam penyusunan laporan banyak kekerangan dan kesalahan maka penyusun mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih sempurna. Akhirnya penulis berharap semoga naskah ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, September 2016

Penyusun

MOTTO

- ❖ Barang siapa ingin do'anya terkabul dan kesulitan-kesulitannya teratasi hendaklah dia menolong orang yang dalam kesempitan (HR. Ahmad).
- ❖ Berusahalah dan berdoalah secara sungguh-sungguh dan serahkan hasilnya kepada Allah SWT.
- ❖ Cobaan / masalah hari ini jauh lebih ringan dibandingkan hari esok. Jika hari ini kamu menyerah, maka besok kamu akan HANCUR.
- ❖ Kegagalan terbesar adalah ketika kamu TIDAK MAU MEMULAI maka MULAILAH.

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah memberi arti dalam hidup saya :

- ❖ Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan dan pendidikan yang telah bapak- ibu berikan selama ini, semoga dapat menjadi bekal dan bermanfaat bagi kehidupanku dan semua keluarga. Hanya do'a dan bakti yang dapat aku beri untuk membalas kasih sayangmu meski aku tahu semua itu belumlah cukup.
- ❖ Untuk Adikku Khotijah Nur Dwi Yanti terima kasih atas semua dukungan, Semoga kita bisa menjadi anak-anak yang berbakti dan bisa menjadi kebanggaan bagi orang tua kita.
- ❖ Partner TA-ku Ati'ah Pratiwi, terima kasih atas persahabatan dan kerja samanya selama ini. Banyak permasalahan kita hadapi bersama, sampai akhirnya kita bisa menyelesaikan TA ini.
- ❖ Buat mas Fajar Putra Atmaja terimakasih atas semua dukungan, semangat dan motivasinya sampai terselsaikan TA ini dan semoga tak hanya sampai disini perjuangannya kita.
- ❖ Temen-temen TEKIM Ria, Puji, Nur, Fitri, Wiwik, Mbak nana dan yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu, terima kasih selalu memberi support dan bantuannya selama ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Pemilihan Kapasitas pabrik	3
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	6
1.4. Tinjauan Pustaka	8
1.4.1. Jarak Pagar	8
1.4.2. Minyak Jarak Pagar	9
1.4.3. Metil Ester	10
1.4.4. Standar Mutu Metil Ester	12
1.4.5. Macam-macam Proses	13
1.4.6. Kegunaan Produk	19
1.4.7. Spesifikasi Bahan dan Produk	19
1.4.8. Tinjauan Proses Secara Umum	21
BAB II. DESKRIPSI PROSES	23
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	23
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku	23
2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	24
2.1.3. Spesifikasi Produk	25
2.2. Konsep Proses	26
2.2.1. Dasar Reaksi	26

2.2.2. Kondisi Operasi	27
2.2.3. Mekanisme Reaksi	27
2.2.4. Tinjauan Kinetika	28
2.2.5. Tinjauan Termodinamika	28
2.3. Langkah Proses	31
2.3.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku	31
2.3.2. Tahap Pembentukan Produk	32
2.3.3. Proses Pemisahan Dan Pemurnian Produk	32
2.3.4. <i>Recorvery</i> Metanol	34
2.4. Diagram Alir Proses	35
2.4.1. Diagram Alir Kualitatif	35
2.4.2. Diagram Alir Kuantitatif	36
2.5. Neraca Massa dan Neraca Panas.....	37
2.5.1. Neraca Massa Komponen Disekitar Tiap Alat	37
2.5.2. Neraca Panas Komponen Disekitar Tiap Alat	43
2.6. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	51
2.6.1. <i>Lay Out</i> Pabrik	51
2.6.2. <i>Lay Out</i> Peralatan	55
BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	58
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	80
4.1. Unit Pendukung Proses	80
4.2. Laboratorium	94
4.3. Keselamatan Dan Kesehatan Kerja	96
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN	97
5.1. Bentuk Perusahaan	97
5.2. Struktur Organisasi	98
5.3. Tugas dan Wewenang	100
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	105
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	107
5.6. Kesejahteraan Karyawan	109
5.7. Kesehatan Dan Keselamatan Kerja	110

5.8. Manajemen Produksi	110
BAB VI. ANALISIS EKONOMI	114
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Data Impor Metil Ester Di Indonesia	4
Tabel 1.2.	Pabrik Metil Ester dari Minyak Jarak Pagar	5
Tabel 1.3	Syarat Mutu Metil Ester	12
Tabel 2.1.	Arus Neraca Massa Tiap Komponen	36
Tabel 2.2	Neraca Massa Sekitar <i>Mixer</i> (M-01)	37
Tabel 2.3	Neraca Massa Sekitar Reaktor 1 (R-01)	38
Tabel 2.4	Neraca Massa Sekitar Reaktor 1 (R-02)	38
Tabel 2.5	Neraca Massa Sekitar Dekanter 1 (H-1.1)	39
Tabel 2.6	Neraca Massa Sekitar Tangki Pencuci (H-2.1)	39
Tabel 2.7	Neraca Massa Sekitar Dekanter 2 (H-1.2)	40
Tabel 2.8	Neraca Massa Sekitar Netraliser (N-02)	40
Tabel 2.9	Neraca Massa Sekitar <i>Collecting Tank</i> (F-04)	41
Tabel 2.10	Neraca Massa Sekitar Evaporator (V-01)	41
Tabel 2.11	Neraca Massa Sekitar Menara Destilasi (MD-01)	42
Tabel 2.12	Neraca Massa Overall	42
Tabel 2.13	Neraca Panas Sekitar <i>Mixer</i> (M-01)	43
Tabel 2.14	Neraca Panas Sekitar <i>Heat Exchanger</i> 1 (E-1.1)	43
Tabel 2.15	Neraca Panas Sekitar <i>Heat Exchanger</i> 2 (E-1.2)	44
Tabel 2.16	Neraca Panas Sekitar Reaktor 1 (R-01)	44
Tabel 2.17	Neraca Panas Sekitar Reaktor 2 (R-02)	45
Tabel 2.18	Neraca Panas Sekitar Dekanter 1 (H-1.1)	45
Tabel 2.19	Neraca Panas Sekitar Tangki Pencuci (H-1.2)	46
Tabel 2.20	Neraca Panas Sekitar Dekanter 2 (H-1.2)	46
Tabel 2.21	Neraca Panas Sekitar Pendingin 1 (E-2.1)	47
Tabel 2.22	Neraca Panas Sekitar Netraliser 1 (N-01)	47
Tabel 2.23	Neraca Panas Sekitar <i>Collecting Tank</i> 1 (F-04)	48
Tabel 2.24	Neraca Panas Sekitar Evaporator 1 (V-01)	48
Tabel 2.25	Neraca Panas Sekitar Pendingin 2 (E-2.2)	49
Tabel 2.26	Neraca Panas Sekitar Pendingin 3 (E-2.3)	49

Tabel 2.27	Neraca Panas Sekitar Menara Destilasi 1 (D-1.1)	51
Tabel 2.28	Neraca Panas Sekitar Pendingin 4 (E-2.4)	51
Tabel 2.29	Luas Bangunan Pabrik	54
Tabel 5.1.	Sistem Pembagian Kerja	107
Tabel 5.2.	Jumlah dan Gaji Karyawan	108
Tabel 6.1.	<i>Cost Index Chemical Plant</i>	116
Tabel 6.2.	<i>Total Capital Investment</i>	119
Tabel 6.3.	<i>Working Capital</i>	120
Tabel 6.4.	<i>Manufacturing Cost</i>	120
Tabel 6.5.	<i>General Expenses</i>	121
Tabel 6.6.	<i>Fixed Cost</i>	123
Tabel 6.7.	<i>Variable Cost</i>	123
Tabel 6.8.	<i>Regulated Cost</i>	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Data Impor Metil Ester Di Indonesia	4
Gambar 1.2. Reaks Esterifikasi Pembentukan Metil Ester	15
Gambar 1.3. Reaksi Tansesterifikasi Trigliserida Menjadi Metil Ester	15
Gambar 1.4. Tahapan Reaksi Transstrifikasi	16
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif	35
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif	36
Gambar 2.3. Diagram Alir Massa	21
Gambar 2.4. Tata Letak Pabrik	53
Gambar 2.5. Lay Out Peralatan	57
Gambar 4.1. Unit Pengolahan Air Sungai	88
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	100
Gambar 6.1. Hubungan Tahun dengan <i>Cost Index</i>	117
Gambar 6.2. <i>Cash Flow</i>	126
Gambar 6.2. Aliran Modal Tahunan	126